

UOT 636.086.6:541.138

## KÜLƏŞİN ELEKTROKİMYƏVİ İŞLƏNMƏSİNİN MODELƏŞDİRİLMƏSİ

S.O.MƏMMƏDOVA

Azərbaycan ET "Aqromexanika" İnstitutu

Məqalədə küləşin qidalılıq keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üçün elektrokimyəvi işlənməsi zamanı fiziki – kimyəvi proses və ona elektrik cərəyanının təsiri izah edilir. Kimyəvi reagentin konsentrasiyasının riyazi ifadəsi əsasında ekvivalent elektrik sxemi ilə model qurulmuşdur. Modelin köməkliliyi ilə küləşin işlənmə prosesinin yüksək effektivliyini təmin edən parametrlər və onların optimal qiymətlərini təyin etmək mümkündür.

**Açar sözlər:** küləşin işlənməsi, elektrokimyəvi işləmə, kimyəvi reagent, elektrik cərəyanı, elektrolit, ionlar, elektrod.

**R**espublikanın bir çox rayonlarında qaramalın və qoyunların qış rasionunda dənli bitkilərin küləşi əhəmiyyətli yer tutur. Hazırlanmış halda küləş az qidalıdır. Küləşin zəif əhəng məhlulu, qələvilər, istilik və yaxud elektrik cərəyanı ilə işlənməsi zamanı qidalılığını iki dəfə artırmaq mümkündür ki, bu zaman o həmən göstəriciyə görə orta keyfiyyətli quru orta yaxınlaşır [1].

Müəyyən edilmişdir ki, elektrik cərəyanı kompleks texnoloji faktor [2,3] olub, yemləmə üçün hazırlanan küləşə termiki, elektrofiziki və bioloji təsir göstərir. Burada təsərrüfatşılıq baxımından maraq doğuran cəhət prosesin az enerji tutumluluğunun təmin edilməsindən ibarətdir.

Bunun üçün küləşin işlənməsi zamanı fiziki – kimyəvi proseslərə elektrik cərəyanının təsirinin araşdırılması olduqca vacibdir. Real sistemlərdə nəzərə almaq lazımdır ki, ümumi cərəyanın bir

məhsullarının qeyri bərabər hərəkətliliyi üzündən  $\Delta\psi$  potensialının sıçrayışı baş verir (şəkil 2). Xarici sahə bu potensialın deformasiyasına səbəb olur. Əgər deformasiya böyük deyilsə o zaman bitki toxumasını elektroda bənzədib mübadilə cərəyanı üçün aşağıdakı ifadəni yazmaq olar:

$$i = zFk' \left\{ (C'_0 + \delta c) \exp \left[ \frac{(1-\alpha)zF(\Delta\psi - \Delta\phi)}{RT} \right] - (c'_0 - \delta c) \exp \left[ \frac{-\alpha zF(\Delta\psi + \Delta\phi)}{RT} \right] \right\} \quad 1)$$

Burada  $z$  – Faradey ədədi;

$F$  – mübadilədə iştirak edən yükün ionu;

$k'$  – ionla əvəzolmanın sürət konstantı;

$C'_0$  – başlanğıc məhlulda ion yığınının elektrik sahəsi tətbiq etdikdə artmış miqdarı;

$\delta c$  – ion yığınının başlanğıc qiymətindən yayınma,  $\delta c = c'_0 - c_{x=0}$ ;

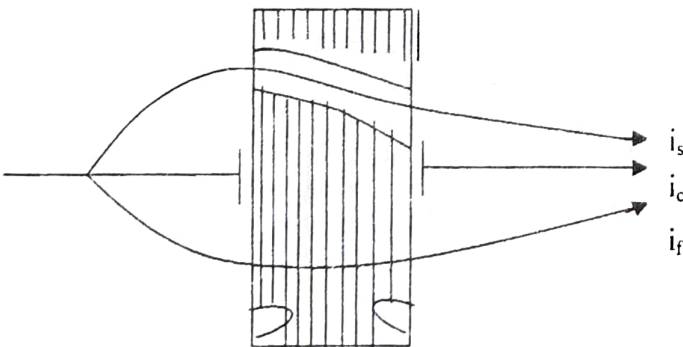
$\alpha$  – yükün məhluldan elektroda keçmə əmsalı;

$\psi$  – reaksiya zonasında daxili potensialı;

$\phi$  – xarici sahənin potensialı;

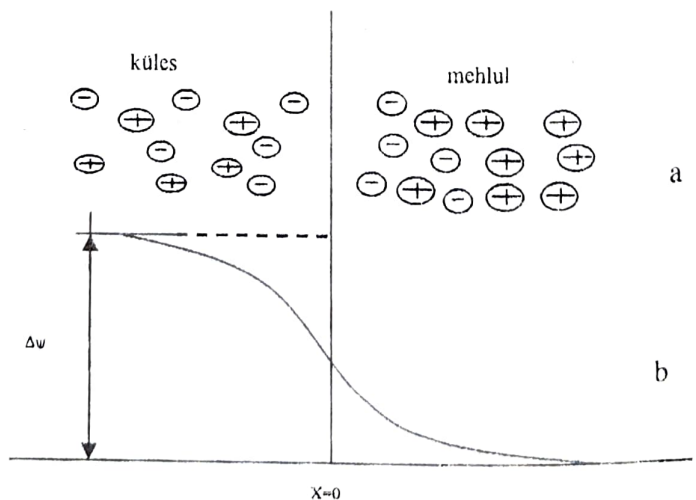
$R$  – universal qaz sabiti;

$T$  – işlənmə temperaturu.



Şəkil 1. Küləş kütləsi üzrə axan cərəyanın paylanması:  $i_f$  – kimyəvi reaksiyanın cərəyan şiddəti;  $i_s$  – maye körpücük üzrə keçən cərəyan şiddəti;  $i_c$  – ikiqat təbəqənin yüklənməsinin cərəyan şiddəti;  $i_0$  – ümumi cərəyan şiddəti.

hissəsi bütün maye körpücüklərlə qapanacaq və kimyəvi qarşılıqlı təsir prosesində iştirak etməyəcəklər (şəkil 1). Bundan başqa reaksiya zonasında spesifik adsorbsiya və kimyəvi reagentin yerli ion toplanması və həmçinin onların və reaksiya



Şəkil 2. Küləş və kimyəvi reagent məhlulunun ayrılma sərhəddində ikiqat elektrik təbəqəsi: a – strukturun sxematik təsviri; b – elektrik potensialının dəyişməsi.

Əgər ion yığılı böyük deyilsə potensialın tənziləşmədən kənarlaşması da çox olmayıb  $\frac{RT}{zF}$  -dən azdır. Onda eksponensial toplananları sıraya düzüb  $\delta c \Delta \varphi$  kimi kiçik kəmiyyətləri nəzərə almasaq yazı bilərik:

$$i \approx zFk' \left( \frac{2\delta c + c'_0 zF \Delta \varphi}{RT} \right) \quad (2)$$

Müvəqqəti olaraq xarici sahə tətbiq edildikdə  $i = A \sin \omega t$  qəbul etmək olar (burada  $A$  – elektrolit hərəkətliliyi qradientidir).  $S$  reaksiya səthində kimyəvi reagent yığılı  $c^s$  aşağıdakı kimi təyin edilə bilər:

$$c^s = c(x, \tau) = c'_0 - \frac{2DMK'_0}{\sqrt{\pi\tau}^{3/2}} + \frac{DMK'_0}{\sqrt{\pi\tau}} + \left( \frac{1}{a^3} - \frac{2DMK'_0}{a} \right) e^{a^2\tau} \operatorname{erf}(a_1\sqrt{\tau}) + \frac{2B\omega M\sqrt{\pi}}{D\sqrt{\omega}} (\sin \omega\tau - \cos \omega\tau) \quad (3)$$

Burada  $D$  – diffuziya əmsalı;

$MK$  – ion yığılının (konsentrasiyasının) elektrik sahəsində dissosiasiyasının artmasından asılı əmsalları;

$H\tau$  – reaksiyanın başlanmasından keçən cari vaxt;

$$a = \frac{N}{M};$$

$$a_1 = \frac{N}{M} - K;$$

$$N = \frac{A_T \pm \sqrt{A_T^2 + 4DP}}{2D} \pm M\sqrt{P}$$

(burada  $A_T$  – elektrolit hərəkətliliyi qradienti;  $P$  – Laplas operatoru);

$\omega$  – elektrik potensialının dəyişməsinin bucaq sürəti.

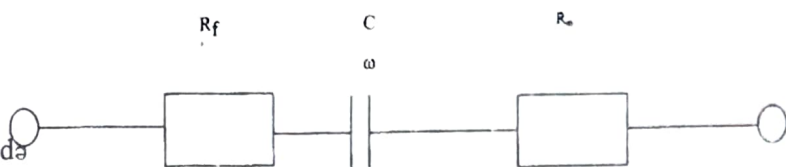
(3) düsturuna konsentrasiya qiymətini (7) qoyub  $\delta c = c'_0 - c_{x=0}$  olduğunu nəzərə alsaq  $\tau$  – ya görə diferensiallaşdırdıqda alırıq:

$$\frac{\partial(\Delta\varphi)}{\partial\tau} = \left( \frac{A\omega RT}{(zF)^2 c'_0 k'} - \frac{2\sqrt{2M\pi RT}}{Dc'_0 zF\sqrt{\omega}} \cos \omega\tau + \frac{2\sqrt{2BMR\pi}}{Dc'_0 zF\sqrt{\omega}} \sin \omega\tau \right) + \left[ \frac{9DMK'_0}{\sqrt{\pi\tau}^{5/2}} + \frac{4DMK'_0 a^2 - 2}{a^5} e^{a^2\tau} \operatorname{erf}(a_1\sqrt{\tau}) + \frac{3DMK'_0}{\sqrt{\pi\tau}^{3/2}} \right] \quad (4)$$

Qərarlaşmış rejimdə ( $\tau \rightarrow \infty$  olduqda) son toplananı kənarlaşdırmaq olar. onda sadələşdirdikdən sonra yazı bilərik:

$$\frac{\partial(\Delta\varphi)}{\partial\tau} = A(R_f + R_\omega) \cos \omega\tau + \left( \frac{A}{C_\omega} \right) \sin \omega\tau \quad (5)$$

Başqa sözlə kimyəvi reaksiyanı elementləri  $R_f$ ,  $R_\omega$  və  $C_\omega$  olan elektrik sxemi kimi modelləşdirmək olar. (şəkil3).



Şəkil 3. İon əvəzetmə reaksiyasına ekvivalent elektrik sxemi.

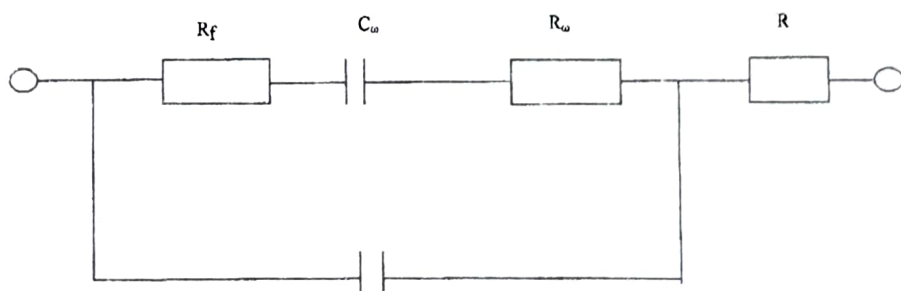
$x=0$  olduqda, başqa sözlə  $c(x, \tau)$  konsentrasiyası

$$C(x, \tau) = C'_0 - \frac{3DMK'_0}{\sqrt{\pi\tau}^{3/2}} + \frac{DMK'_0}{\sqrt{\pi\tau}} + \left( \frac{1}{a^3} - \frac{2DMK'_0}{a} \right) e^{a^2\tau} \operatorname{erf}(a_1\sqrt{\tau}) + \frac{\sqrt{2B\omega M\pi}}{D\sqrt{\omega}} \exp \left[ x \left( N - \frac{M}{\sqrt{\omega}} \right) \right] \left\{ \sin \left[ \omega\tau - x \left( N - \frac{M}{\sqrt{\omega}} \right) \right] - \cos \left[ \omega\tau - x \left( N - \frac{M}{\sqrt{\omega}} \right) \right] \right\}$$

üçün həddindən artıq yüklənmənin diffuziya tərkibi nəzərə alınarsa yazı bilərik:

(6)

Analoji yolla potensialı ekvivalent elektrik sxemi ilə əlaqələndirən ifadə almaq mümkündür. Bu sxemdə  $C_D$  və  $R_E$  elementləri  $x$  məsafəsindən asılı olurlar (şəkil 4).



Şəkil 4. İonların kimyəvi reagent məhlulunda küləşlə qarşılıqlı əlaqəsini əvəz edən ekvivalent elektrik sxemi.

Bu və ya digər şəkildə küləşlə qarşılıqlı əlaqədə olması ilə yanaşı ümumi cərəyan toplananları ( $i_f$  və  $i_c$  cərəyanları) xətlərinin bir qismi şəkil 1-də qeyd edilən maye körpücüklerle qapanırlar.

Əvəzetmə sxemi parametrlərinin işləmənin texnoloji parametrlərindən (temperatur, nəmlik, kimyəvi reagentin konsentrasiyası) asılılığı müəyyən edib prosesin yüksək effektivliyini təmin etmək üçün elektrik cərəyanının optimal parametrləri seçilir.

Nəticədə qeyd etmək olar ki, küləşin elektro-kimyəvi işlənməsi ekvivalent elektrik sxemi ilə modelləşdirmək mümkündür. Bu, texnoloji faktor olaraq elektrik cərəyanı parametrlərini seçməyə imkan verir.

1. Зафрен Я. Как повысить питательную ценность соломы. М. Колос, 1982-102 с. 2. Məmmədova S.O. Yemlərin hazırlanması üçün elektro – texnologiya tətbiqi / Beynəlxalq elmi – praktik Konfransın materialları. Gəncə: ADAU, 2014, s. 251-253. 3. Каган Н.Б. и др. электротермическое оборудование для сельскохозяйственного производства. М. Энергия, 1982-193 с.

### Моделирование электрохимической обработки соломы

С.О. Мамедова

В статье рассматривается физико-химический процесс электромеханической обработки соломы для улучшения её питательного качества и влияние на этот процесс параметров электрического тока. На основе математического выражения концентрации химического реагента в растворе построена модель в виде эквивалентной процессу электрической схемы. С помощью этой модели возможно осуществить выбор оптимальных параметров электрического тока, обеспечивающие качества обработки соломы.

**Ключевые слова.** Обработка соломы, электрохимическая обработка, химический реагент, электрический ток, электролит, ионы, электрод.

### Modeling of electrochemical treatment of straw

S.O Mammadova

The article discusses the physical-chemical process electromechanical processing straw to improve its nutritional quality and its influence on the process parameters of the electric current. Based on mathematical expressions of concentration of the chemical reagent in the solution in the form of a model of the electrical circuit equivalent process. With this model may make a selection of optimal parameters of electric current to ensure quality processing of straw.

**Key words.** Straw, electrochemical machining, chemical reagent, an electric current, the electrolyte ions of the electrode.

